

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

US
JCS18 U.S. PTO
09/655167
09/05/00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年 9月10日

願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第256689号

願 人

Applicant (s):

日本電気株式会社

2000年 6月23日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特2000-3047600

【書類名】	特許願
【整理番号】	35306366
【あて先】	特許庁長官 伊佐山 建志 殿
【国際特許分類】	G12B 5/00 H01L 21/68
【発明の名称】	X Y ステージ
【請求項の数】	16
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内
【氏名】	庄司 真帆
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内
【氏名】	久保田 紀行
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内
【氏名】	大石 純一郎
【特許出願人】	
【識別番号】	000004237
【氏名又は名称】	日本電気株式会社
【代理人】	
【識別番号】	100090158
【弁理士】	
【氏名又は名称】	藤巻 正憲
【電話番号】	03-3433-4221
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	009782
【納付金額】	21,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9715181

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書
【発明の名称】 X Y ステージ
【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ベースと、このベース上に X-Y 平面内で X 方向及び Y 方向に移動可能に配置された可動テーブルと、この可動テーブル上に設けられた作業部材と、前記可動テーブル及び作業部材からなる可動部の重心位置と同一の高さ位置にて前記可動テーブルに夫々 X 方向及び Y 方向の駆動力を与える第 1 及び第 2 のリニアモータと、を有することを特徴とする X Y ステージ。

【請求項 2】 前記第 1 及び第 2 のリニアモータは、前記可動テーブルに直接連結されていることを特徴とする請求項 1 に記載の X Y ステージ。

【請求項 3】 前記ベースに固定され前記 X 方向に延びる第 1 の案内部材と、前記第 1 の案内部材に案内されて前記 X 方向に移動する中間テーブルと、この中間テーブルに固定され前記 Y 方向に延びる第 2 の案内部材と、を有し、前記可動テーブルは、前記第 2 の案内部材により前記 Y 方向に案内されることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の X Y ステージ。

【請求項 4】 前記作業部材は、ボンディングヘッドであり、ワイヤボンディングに使用されることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の X Y ステージ。

【請求項 5】 前記リニアモータは、前記可動部側に前記可動部の可動範囲以上の大きさの開口部を有し土台に固定される固定子と、前記可動テーブルに連結された可動子と、この可動子に巻き付けられ前記開口部内に挿入されるコイルと、を有することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の X Y ステージ。

【請求項 6】 前記コイルは、そのコイル軸を前記可動テーブルの表面に垂直にして巻回されていることを特徴とする請求項 5 に記載の X Y ステージ。

【請求項 7】 前記リニアモータは、水平方向に貫通する開口部を有し土台に固定される固定子と、前記可動テーブルに連結された可動子と、この可動子に巻き付けられ水平方向の長さが前記可動部の可動範囲以上であり前記開口部内に挿入されるコイルと、を有することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項

に記載のXYステージ。

【請求項 8】 前記コイルは、そのコイル軸を前記X方向又はY方向に平行にして巻回されていることを特徴とする請求項 7 に記載のXYステージ。

【請求項 9】 平面視で前記重心を通り前記X方向に延びる直線上に配置され前記可動部の前記X方向における移動量を検出する第 1 の位置検出器と、平面視で前記重心を通り前記Y方向に延びる直線上に配置され前記可動部の前記Y方向における移動量を検出する第 2 の位置検出器と、を有することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のXYステージ。

【請求項 1 0】 平面視で前記重心の位置に配置され前記可動部の前記X方向及びY方向における移動量を検出する位置検出器を有することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のXYステージ。

【請求項 1 1】 前記位置検出器は、光学センサを有することを特徴とする請求項 9 又は 1 0 に記載のXYステージ。

【請求項 1 2】 前記ベース表面に前記X方向及びY方向における移動量を示す目盛が設けられていることを特徴とする請求項 1 1 に記載のXYステージ。

【請求項 1 3】 前記リニアモータは、前記固定子内に鉛直方向の磁界を形成する磁気回路を有することを特徴とする請求項 5 乃至 1 2 に記載のXYステージ。

【請求項 1 4】 前記磁気回路は、上下方向で相異なる極が対向するように配置された少なくとも 2 個の磁石を有することを特徴とする請求項 1 3 に記載のXYステージ。

【請求項 1 5】 前記位置検出器により検出された移動量に基づいて前記リニアモータの動作を制御するフィードバック制御部を有することを特徴とする請求項 1 乃至 1 4 のいずれか 1 項に記載のXYステージ。

【請求項 1 6】 前記リニアモータは、ACリニアモータであることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項、請求項 9 乃至 1 2 のいずれか 1 項又は請求項 1 5 に記載のXYステージ。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明はワイヤボンダに好適なXYステージに関し、特に、高速移動による振動の防止及び制御性の向上を図ったXYステージに関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体装置である大規模集積回路(LSI)とリードフレームとを金線等で接続する際には、XYステージを備えたワイヤボンダが使用されている。このようなXYステージには、高速で高精度の位置決めが要求されており、駆動/停止後の残留振動は低いことが必要とされる。

【0003】

図16は従来のワイヤボンダステージの構造を示す模式図であり、図17は図16に示す従来のワイヤボンダステージ上にボンディングヘッドが取り付けられた状態を示す模式図である。

【0004】

従来のワイヤボンダステージには、正方形板状のベース101上に2本のX軸ガイド102が設けられている。2本のX軸ガイド102は相互に平行な方向に延びており、この方向をX軸方向とする。X軸ガイド102上にX軸テーブル103が設けられている。X軸テーブル103の下面には、X軸ガイド102に倣うX軸倣い部(図示せず)が形成されており、X軸テーブル103はX軸方向に移動可能である。一方、X軸テーブル103の上面には、X軸方向に対して直交するY軸方向に延びる2本のY軸ガイド104が設けられている。そして、Y軸ガイド104上に可動テーブル105が設けられている。可動テーブル105の下面には、Y軸ガイド104に倣うY軸倣い部(図示せず)が形成されており、可動テーブル105はY軸方向に移動可能であると共に、X軸テーブル103及びX軸ガイド102によりX軸方向にも移動可能である。可動テーブル105の上面は平面となっており、ここに、ボンディングヘッド110が固定される。

【0005】

また、可動テーブル105のX軸方向の側方にX軸ボイスコイルモータ(以下、ボイスコイルモータをVCMという。)VCM106が配置され、Y軸方向の

側方に Y 軸 VCM 1 0 7 が配置されている。X 軸 VCM 1 0 6 には、土台に固定され横方向に貫通する開口部を有する角筒状のヨーク部 1 0 6 c が設けられている。ヨーク部 1 0 6 c の中間高さには、開口部を 2 つの空間に仕切る鉄芯 1 0 6 d が設けられている。また、X 軸 VCM 1 0 6 には、可動テーブル 1 0 5 に連結される X 軸可動子 1 0 6 a 及びこの X 軸可動子 1 0 6 a に巻き付けられたコイル 1 0 6 b が設けられている。コイル 1 0 6 b は鉄芯 1 0 6 d を包囲するように巻かれている。なお、コイル 1 0 6 b の横方向の長さは可動テーブル 1 0 5 の可動範囲と同程度又はそれ以上であり、X 軸可動子 1 0 6 a 及びコイル 1 0 6 b は Y 軸方向で拘束されることなく移動可能である。また、ヨーク部 1 0 6 c の内部の上面及び底面には磁石が取り付けられコイル 1 0 6 b の内部及び周囲に磁界を形成する磁気回路が形成されている。

【0006】

同様に、Y 軸 VCM 1 0 7 には、土台に固定され横方向に貫通する開口部を有する角筒状のヨーク部 1 0 7 c が設けられている。ヨーク部 1 0 7 c の中間高さには、開口部を 2 つの空間に仕切る鉄芯 1 0 7 d が設けられている。また、Y 軸 VCM 1 0 7 には、可動テーブル 1 0 5 に連結される Y 軸可動子 1 0 7 a 及びこの Y 軸可動子 1 0 7 a に巻き付けられたコイル 1 0 7 b が設けられている。コイル 1 0 7 b は鉄芯 1 0 7 d を包囲するように巻かれている。なお、コイル 1 0 7 b の横方向の長さは可動テーブル 1 0 5 の可動範囲と同程度又はそれ以上であり、Y 軸可動子 1 0 7 a 及びコイル 1 0 7 b は X 軸方向で拘束されることなく移動可能である。また、ヨーク部 1 0 7 c の内部の上面及び底面には磁石が取り付けられコイル 1 0 7 b の内部及び周囲に磁界を形成する磁気回路が形成されている。

【0007】

そして、可動テーブル 1 0 5 及び Y 軸可動子 1 0 7 a からステージ上段部 1 0 8 が構成され、X 軸テーブル 1 0 3 及び X 軸可動子 1 0 6 a からステージ中段部 1 0 9 が構成されている。

【0008】

なお、ボンディングヘッド 1 1 0 の質量は、上段部 1 0 8 及び中段部 1 0 9 の

それと比して大きい。このため、X軸方向及びY軸方向に移動可能な部材であるボンディングヘッド110、上段部108及び中段部109の全体的な重心は、一体化されたボンディングヘッド110及び上段部108を一つの部材とすると、この部材の重心位置とほぼ一致している。

【0009】

このように構成された従来のワイヤボンダステージにおいては、中段部109はX軸ガイド102に倣ってベース101に対してX軸方向に案内され、上段部108はY軸ガイド104に倣ってX軸テーブル103に対してY軸方向に案内されると共に、中段部109と一体となってX軸方向にも移動可能である。

【0010】

また、このような可動部を外部からガイドを介して間接的に2次元駆動するXYステージでは、位置精度が低いとし、この欠点を解決すべく可動テーブルを直接的に位置決めするXYステージが提案されている（特開平1-291194号公報）。

【0011】

この公報に記載されたXYステージにおいては、ベース上に2個のリニアモータが配設され、各リニアモータのコイルが可動テーブルの裏面に直接連結されている。また、X軸ガイドレール及びX軸リニアガイドによってX軸方向に案内されるL字型のX軸ステージが可動テーブルと同一平面に設けられている。X軸ステージの一直線部はY軸ガイドレールとして機能し、これとY軸リニアガイドによって可動テーブルがY軸方向に案内される。X軸ステージ及び可動テーブルとベースとの間には、平面軸受が設けられている。このようにして、可動テーブルがガイドを介することなくリニアモータにより直接的に駆動される。

【0012】

また、移動を高速化するために可動テーブルをベース表面に平行に保持するリンク機構を設けたXYステージが提案されている（特開平11-148984号公報）。

【0013】

この公報に記載されたXYステージにおいては、可動テーブルにコイルが固定

された2個のVCMが設けられている。また、可動テーブルには、複数のリンクが連結されており、可動テーブルがベースから宙に浮いた状態で、可動テーブル表面とベース表面の平行が保持されている。このような構成とすることにより、テーブルは1個で足りるため、XYステージ自体を小型化することも可能である。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図16及び17に示した従来のワイヤボンダステージでは、前述のように、ボンディングヘッド110の質量が大きいため、動作時にモーメントが発生しやすく、それに耐えるだけの剛性がガイドに必要とされている。図18はボンディングヘッド110をY軸方向に移動させたときの可動部の重心gの位置の変化を示す図であって、(a)は移動前の位置を示す模式図、(b)は移動後の位置を示す模式図である。

【0015】

通常、ボンディングヘッド110は上段部108及び中段部109より重く、一体化されたボンディングヘッド110及び上段部108からなる部材の総質量は中段部109より重い場合、上段部108及びボンディングヘッド110がY軸方向に移動すると、図18(a)及び(b)に示すように、可動部の重心gの位置が大きく変化する。このため、この状態でX軸VCM106を駆動した場合、平面視で可動部の重心gから著しくずれた位置に駆動力が作用することになる。また、可動テーブル105をX軸方向に移動させる場合、可動テーブル105のY軸方向の位置に関係して可動部の重心gの位置が変化する。このため、モーメント力が発生し、ヨーイング方向の振動が問題となっている。ワイヤボンダでは、XYステージが停止した直後にボンディングする工程が行われるが、上述のような振動があると位置決め精度が劣る等してボンディング性が著しく損われることになる。そこで、前述のように、X軸ガイド102及びY軸ガイド104には、可動テーブル105及びボンディングヘッド110の移動によるモーメント荷重を支え得るだけの剛性が必要とされる。このため、XYステージ自体の小型化が困難であるという問題点がある。

【 0 0 1 6 】

また、特開平 1 - 2 9 1 1 9 4 号公報に記載された従来の X Y ステージにおいては、VCMのコイルの高さと可動テーブルの高さとが相異しているため、VCMからの駆動力は可動部の重心には作用しない。このため、可動ステージの高速移動により生じる振動を十分に抑制することは困難である。

【 0 0 1 7 】

更に、位置検出器が設けられている位置が可動テーブルの上方であるため、位置検出の精度は十分ではない。このため、位置制御が困難となる場合がある。

【 0 0 1 8 】

更にまた、特開平 1 1 - 1 4 8 9 8 4 号公報に記載された従来の X Y ステージによれば、所期の目的は達成することができたものの、可動ステージの高速移動により生じるヨーイング方向の振動を抑制することは困難である。

【 0 0 1 9 】

また、これらの従来の X Y ステージにおいては、ヨーイング方向の振動が生じるため、振動による影響を低減するためにはフィードバック制御を行う必要があり、また、制御帯域が狭いという問題点がある。

【 0 0 2 0 】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであって、可動部が高速移動した後の振動を十分に抑制することができ、容易にその移動を制御することができる X Y ステージを提供することを目的とする。

【 0 0 2 1 】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る X Y ステージは、ベースと、このベース上に X - Y 平面内で X 方向及び Y 方向に移動可能に配置された可動テーブルと、この可動テーブル上に設けられた作業部材と、前記可動テーブル及び作業部材からなる可動部の重心位置と同一の高さ位置にて前記可動テーブルに夫々 X 方向及び Y 方向の駆動力を与える第 1 及び第 2 のリニアモータと、を有することを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

前記第 1 及び第 2 のリニアモータは、前記可動テーブルに直接連結されていて

もよい。

【0023】

なお、前記ベースに固定され前記X方向に延びる第1の案内部材と、前記第1の案内部材に案内されて前記X方向に移動する中間テーブルと、この中間テーブルに固定され前記Y方向に延びる第2の案内部材と、を有し、前記可動テーブルは、前記第2の案内部材により前記Y方向に案内されてもよい。

【0024】

本発明のXYステージにおいては、前記作業部材は、例えばボンディングヘッドであり、ワイヤボンディングに使用される。

【0025】

また、前記リニアモータは、前記可動部側に前記可動部の可動範囲以上の大きさの開口部を有し土台に固定される固定子と、前記可動テーブルに連結された可動子と、この可動子に巻き付けられ前記開口部内に挿入されるコイルと、を有することができる。この場合、前記コイルは、例えばそのコイル軸を前記可動テーブルの表面に垂直にして巻回される。

【0026】

更に、前記リニアモータは、水平方向に貫通する開口部を有し土台に固定される固定子と、前記可動テーブルに連結された可動子と、この可動子に巻き付けられ水平方向の長さが前記可動部の可動範囲以上であり前記開口部内に挿入されるコイルと、を有することができる。この場合、前記コイルは、例えばそのコイル軸を前記X方向又はY方向に平行にして巻回される。

【0027】

本発明においては、平面視で前記重心を通り前記X方向に延びる直線上に配置され前記可動部の前記X方向における移動量を検出する第1の位置検出器と、平面視で前記重心を通り前記Y方向に延びる直線上に配置され前記可動部の前記Y方向における移動量を検出する第2の位置検出器と、を有することができる。また、平面視で前記重心の位置に配置され前記可動部の前記X方向及びY方向における移動量を検出する位置検出器を有していてもよい。これらの場合、例えば前記位置検出器は、光学センサを有していてもよく、例えば前記ベース表面に前記

X方向及びY方向における移動量を示す目盛が設けられる。

【0028】

また、前記リニアモータは、前記固定子内に鉛直方向の磁界を形成する磁気回路を有することができ、前記磁気回路は、例えば上下方向で相異なる極が対向するように配置された少なくとも2個の磁石を有する。

【0029】

また、前記位置検出器により検出された移動量に基づいて前記リニアモータの動作を制御するフィードバック制御部を有してもよく、前記リニアモータは、ACリニアモータであってもよい。

【0030】

本発明においては、可動部がリニアモータによって駆動される際にリニアモータからの力が可動部の重心に作用する。このため、可動テーブルの位置がその駆動方向に直交する方向にずれても、常に重心を駆動することになるので、可動テーブルを高速移動しても、モーメント力はほとんど発生せず、ヨーイング方向の振動はほとんど生じない。このため、可動部を案内するために従来のものよりも剛性が低い案内部材を使用しても、安定した動作が可能であるため、軽量化・小型化が可能となる。また、ヨーイング方向の振動が抑制されるので、制御可能な周波数帯域が広がる。

【0031】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施例に係るワイヤボンダステージについて、添付の図面を参照して具体的に説明する。図1は本発明の実施例に係るワイヤボンダステージの構造を示す模式図であり、図2は図1に示すワイヤボンダステージ上にボンディングヘッドが取り付けられた状態を示す模式図である。

【0032】

本実施例においては、例えば正方形板状のベース1上に2本のX軸ガイド（第1の案内部材）2が設けられている。2本のX軸ガイド2は相互に平行な方向に延びており、この方向をX軸方向とする。X軸ガイド2上にX軸テーブル（中間テーブル）3が設けられている。X軸テーブル3の下面には、X軸ガイド2に倣

うX軸倣い部（図示せず）が形成されており、X軸テーブル3はX軸方向に移動可能である。一方、X軸テーブル3の上面には、X軸方向に対して直交するY軸方向に延びる2本のY軸ガイド（第2の案内部材）4が設けられている。そして、Y軸ガイド4上に可動テーブル5が設けられている。可動テーブル5の下面には、Y軸ガイド4に倣うY軸倣い部（図示せず）が形成されており、可動テーブル5はY軸方向に移動可能であると共に、X軸テーブル3及びX軸ガイド2によりX軸方向にも移動可能である。可動テーブル5の上面は平面となっており、ここに、ボンディングヘッド（作業部材）10が固定される。

【0033】

また、可動テーブル5のX軸方向の側方にX軸VCM（リニアモータ）6が配置されている。図3はX軸VCM6の構造を示す図であって、（a）は平面図、（b）は（a）のA-A線による断面図である。X軸VCM6には、土台に固定され可動テーブル5側に開口部を有するヨーク部6cが設けられている。そして、可動テーブル5の側面に連結されたX軸可動子6a及びこのX軸可動子6aに巻き付けられたコイル6bがヨーク部6c内にその開口部から挿入されている。コイル6bは可動テーブル5の表面と平行に巻かれている。開口部の大きさは可動テーブル5のY軸方向における可動範囲と同程度又はそれ以上であり、可動子6a及びコイル6bはY軸方向で拘束されることなく移動可能である。また、ヨーク部6cの内部の上面には、S極が下方を向く磁石6d及びN極が下方を向く磁石6eが取り付けられている。更に、ヨーク部6cの内部の底面には、N極が上方を向く磁石6f及びS極が上方を向く磁石6gが夫々磁石6d及び6eと対向する位置に取り付けられている。このようにして、X軸VCM6にコイル6bの内部及び周囲に磁界を形成する磁気回路が形成されている。

【0034】

このように構成されたX軸VCM6においては、図3（b）に矢印で示ような磁界が形成され、図3（b）に示す方向の電流がコイル6bに流れた場合、図中の右方向に可動子6aが移動する。

【0035】

また、可動テーブル5のY軸方向の側方には、Y軸VCM（リニアモータ）7

が配置されている。Y軸VCM7には、X軸VCM6と同様に、土台に固定され可動テーブル5側に開口部を有するヨーク部7cが設けられている。そして、可動テーブル5の側面に連結されたY軸可動子7a及びこのY軸可動子7aに巻き付けられたコイル7bがヨーク部7c内にその開口部から挿入されている。コイル7bは可動テーブル5の表面と平行に巻かれている。開口部の大きさは可動テーブル5のX軸方向における可動範囲と同程度又はそれ以上であり、可動子7a及びコイル7bはX軸方向で拘束されることなく移動可能である。また、Y軸VCM7には、X軸VCM6と同様に、コイル7bの内部及び周囲に磁界を形成する磁気回路が形成されている。

【0036】

そして、Y軸倣い部を含む可動テーブル5、X軸可動子6a及びY軸可動子7aからステージ上段部8が構成され、X軸倣い部を含むX軸テーブル3及びY軸ガイド4からステージ中段部9が構成されている。また、可動テーブル5及びボンディングヘッド10から可動部が構成されている。

【0037】

なお、ボンディングヘッド10の質量は、上段部8及び中段部9のそれと比して大きい。このため、X軸方向又はY軸方向に移動可能な部材であるボンディングヘッド10、上段部8及び中段部9からなる可動部の全体的な重心は、一体化されたボンディングヘッド10及び上段部8を一つの部材とすると、この部材の重心位置とほぼ一致することになる。従って、ボンディングヘッド10をX軸方向及びY軸方向のいずれの方向に移動させる場合でも、重心の位置も実質的に同じ距離だけ同じ方向に同時に移動することになる。

【0038】

更に、X軸テーブル3の下面には、可動部のベース1に対するX軸方向の相対的な位置を検出するX軸方向位置検出器（図示せず）が取り付けられ、可動テーブル5の下面には、可動部のベース1に対するY軸方向の相対的な位置を検出するY軸方向位置検出器（図示せず）が取り付けられている。なお、X軸方向位置検出器が取り付けられた位置を通りX軸方向に平行な直線は、可動部の重心を通りX軸方向に平行な直線と平面視で実施的に重なり、Y軸方向位置検出器が取り

付けられた位置を通り Y 軸方向に平行な直線は、可動部の重心を通り Y 軸方向に平行な直線と平面視で実質的に重なっている。X 軸位置検出器及び Y 軸位置検出器としては、例えば一次元の光学センサ及び磁気センサ等が使用可能である。光学センサを使用する場合、例えば、これと対向するベース 1 の表面の位置に X 軸方向及び Y 軸方向の移動量を示す目盛が設けられる。

【0039】

また、X 軸位置検出器及び Y 軸位置検出器の代わりに、平面内の移動量を検出することができる二次元光学センサからなる位置検出器を使用することもできる。この場合、位置検出器は可動テーブル 5 の下面に取り付けられ、ベース 1 の表面に X 軸方向及び Y 軸方向の移動量を示す目盛が設けられる。

【0040】

次に、上述のように構成された実施例のワイヤボンダステージの動作について説明する。図 4 はボンディングヘッド 10 を Y 軸方向に移動させたときの可動部の重心 G の位置の変化を示す図であって、(a) は移動前の位置を示す模式図、(b) は移動後の位置を示す模式図である。

【0041】

可動テーブル 5 を Y 軸方向に移動させる場合には、Y 軸 VCM 7 を駆動する。これにより、可動テーブル 5 が Y 軸ガイド 4 に倣って X 軸テーブル 3 に対して Y 軸方向に案内される。この際に可動テーブル 5 の X 軸方向の位置が変化しても、Y 軸可動子 7 a は X 軸方向に拘束されることなく移動することが可能であり、また、一体化されたボンディングヘッド 10 と上段部 8 とからなる部材の総質量が中段部 9 のそれよりも重い場合、可動部の重心 G の位置はほとんど変化しない。従って、Y 軸 VCM 7 からの力は可動部の重心 G の位置に作用することになる。

【0042】

一方、可動テーブル 5 を X 軸方向に移動させる場合には、X 軸 VCM 6 を駆動する。これにより、X 軸テーブル 3 が X 軸ガイド 2 に倣ってベース 1 に対して X 軸方向に案内され、この上に設けられている可動テーブル 5 が X 軸方向に移動する。この際に上段部 8 の Y 軸方向の位置が変化しても、可動テーブル 5 に直接連結された X 軸可動子 6 a は Y 軸方向に拘束されることなく移動することが可能で

あるため、可動部の重心Gの位置はほとんど変化しない。従って、X軸VCM6からの力は可動部の重心Gの位置に作用することになる。

【0043】

このように、本実施例のワイヤボンダステージによれば、可動テーブル5がX軸方向及びY軸方向のいずれの方向に移動する場合であっても、重心Gの位置がほとんど変化せず重心駆動となるため、モーメント力はほとんど発生しない。従って、例えば、可動テーブル5がY軸方向に移動しても、X軸方向のVCM駆動力に対する位置の伝達特性上ヨーイングピークは小さいため、XY平面内の振動に関しては、Y軸ガイド4のX軸並進方向の剛性に着目すればよい。また、Y軸方向の駆動時には、モーメント荷重を支える剛性を考慮しなくてよい。一般に、並進方向の剛性は、ヨーイング方向に対する剛性より大きいので、本実施例では、X軸ガイド2及びY軸ガイド4には、従来のものと比して剛性が低いガイドを使用しても安全である。剛性が低いガイドを使用する場合、ガイドを小型化することが可能であり、ガイドを保持する部分をも小型化することができる。この結果、可動部総質量が小さくなるため、その移動を高速化することができる。

【0044】

また、上段部8の側面にX軸可動子6a及びY軸可動子7aを直接連結することにより得られる効果として、ガイドに起因する振動が抑制される。図5(a)は本発明の実施例のようにX軸可動子が可動テーブルに連結されているモデルを示す模式図、(b)は従来のようにX軸可動子がX軸テーブルに連結されているモデルを示す模式図である。

【0045】

図5(a)に示すモデルにおける上段部及びボンディングヘッドからなる部材21及び中段部22の運動方程式は、夫々下記数式1及び2で表される。

【0046】

【数1】

$$M \frac{d^2 x_1}{dt^2} = -K(x_1 - x_2)$$

【0047】

【数 2】

$$M \frac{d^2 x_2}{dt^2} = F - kx_2 + K(x_1 - x_2)$$

【0048】

但し、Mは部材 2 1 の総質量、mは中段部 2 2 の質量、Kは中段部 2 2 上に設けられた Y 軸ガイドの剛性値、k はベース 2 3 上に設けられた X 軸ガイドの剛性値、F は X 軸 VCM による駆動力である。

【0049】

また、このモデルの共振周波数 ω は下記数式 3 で表される。

【0050】

【数 3】

$$\omega = \sqrt{\frac{m+M}{mM} K}$$

【0051】

一方、図 5 (b) に示すモデルにおける上段部及びボンディングヘッドからなる部材 2 1 及び中段部 2 2 の運動方程式は、夫々下記数式 4 及び 5 で表される。

【0052】

【数 4】

$$M \frac{d^2 x_1}{dt^2} = F - K(x_1 - x_2)$$

【0053】

【数 5】

$$M \frac{d^2 x_2}{dt^2} = -kx_2 + K(x_1 - x_2)$$

【0054】

このモデルの共振周波数は、図 5 (a) に示すモデルと同様に、下記数式 6 で表される。

【0055】

【数 6】

$$\omega = \sqrt{\frac{m+M}{mM}} K$$

【0056】

なお、いずれのモデルにおいても、剛性値 k はスライド方向のものとなるため、0 となる。

【0057】

図 6 は中段部 2 2 の質量 m が部材 2 1 の総質量 M と等しいときの周波数特性を示す図であって、(a) は利得と周波数との関係を示すグラフ図、(b) は位相と周波数との関係を示すグラフ図である。図 7 は中段部 2 2 の質量 m が部材 2 1 の総質量 M より小さいときの周波数特性を示す図であって、(a) は利得と周波数との関係を示すグラフ図、(b) は位相と周波数との関係を示すグラフ図である。また、図 8 (a) 及び (b) は図 6 (a) 及び (b) に対する閉ループ特性を示すグラフ図であり、図 9 (a) 及び (b) は図 7 (a) 及び (b) に対する閉ループ特性を示すグラフ図である。

【0058】

数式 3 及び 6 より、上段部とボンディングヘッドとからなる部材 2 1 及び中段部 2 2 からなる可動部の総質量が一定ならば、中段部 2 2 の質量 m が部材 2 1 の総質量 M と等しいとき、図 6 (a) 及び (b) に示すように、共振周波数 ω は最も低くなる。なお、通常、ワイヤボンドのボンディングヘッドは、上段部及び中段部と比較して重く、部材 2 1 の総質量は中段部 2 2 と比較して大きい。

【0059】

前述の本発明の実施例では、上段部 8 に X 軸可動子 6 a 及び Y 軸可動子 7 a の双方が直接連結されているため、中段部 9 に一方の軸方向に駆動する VCM の可動子が連結されている場合と比して、中段部の質量と比較した上段部 8 及びボンディングヘッド 10 からなる部材の総質量はより重くなり、可動部全体の質量が一定であるならば、図 7 (a) 及び (b) に示すように、固有振動数（共振周波数）が高くなる。また、XY ステージに対しフィードバック制御を行う場合には、制御上も問題となる固有振動数が高くなるため、図 8 (a) 及び (b) と図 9

(a) 及び (b) とを比較すると分かるように、制御帯域が広がって制御性が向上する。

【0060】

本実施例によれば、前述のように、ヨーイング方向の振動を抑制することができる。以下、この効果について、図面を参照して説明する。図10は従来のワイヤボンダステージにおける周波数特性を示す図であって、(a)は利得と周波数との関係を示すグラフ図、(b)は位相と周波数との関係を示すグラフ図である。図11は本発明の実施例に係るワイヤボンダステージにおける周波数特性を示す図であって、(a)は利得と周波数との関係を示すグラフ図、(b)は位相と周波数との関係を示すグラフ図である。また、図12(a)及び(b)は図10(a)及び(b)に対する閉ループ特性を示すグラフ図であり、図13(a)及び(b)は図11(a)及び(b)に対する閉ループ特性を示すグラフ図である。

【0061】

従来のワイヤボンダステージでは、重心駆動でないために生じるヨーイング方向の振動が生じており、この振動が制御上問題となっていた。このヨーイング方向の振動は、図10(a)及び(b)に示すように、並進方向の振動よりも低い周波数で生じている。一方、本発明の実施例では、可動部の重心位置が駆動されるので、図11(a)及び(b)に示すように、ヨーイング方向の振動が抑制されている。また、メカ共振ピークの影響を制御上受けにくくなるため、図12(a)及び(b)と図13(a)及び(b)とを比較すると分かるように、安定した広い制御帯域を得ることができる。

【0062】

図14は一次元センサの位置検出器の位置による検出量の変化を説明するための模式図である。可動部の重心を原点Oとする座標系において、位置検出器が重心からrの距離でX軸から θ° 回転した位置Aに設けられている場合に、この位置検出器が更にX軸から θ_0° 回転すると、その位置検出器がX軸方向位置検出器であるときの検出量及びY軸方向位置検出器であるときの検出量は、夫々下記数式7及び8で表される。

【0063】

【数7】

$$r \cos \theta - r \cos(\theta + \theta_0)$$

【0064】

【数8】

$$r \sin(\theta + \theta_0) - r \sin \theta$$

【0065】

従って、 $0 \leq \theta \leq 180^\circ$ の範囲では、X軸方向位置検出器を $\theta = 0^\circ$ の位置Bに配置し、Y軸方向位置検出器を $\theta = 90^\circ$ の位置Cに配置した時にそれらの検出量は最も小さくなる。従って、一次元センサを使用する場合には、いずれかの駆動軸方向の位置検出器を可動部の重心を通るその駆動軸上に配置すると、制御系からはメカ共振ピークが認識されにくくなるため、移動量に基づいて制御を行うフィードバック制御部を設け制御的フィードバックを構成したときの閉ループ制御帯域の拡大が可能となり、制御性が向上する。一方、二次元センサを使用する場合には、位置検出器を可動部の重心に配置すれば、同様に制御性が向上する。

【0066】

なお、VCMの構造は、図3(a)及び(b)に示すものに限定されるものではない。図15は他のVCMの構造を示す図であって、(a)は平面図、(b)は(a)のB-B線による断面図である。

【0067】

このVCMには、土台に固定され横方向に貫通する開口部を有する角筒状のヨーク部31が設けられている。ヨーク部31の中間高さには、開口部を2つの空間に仕切る鉄芯32が設けられている。また、VCMには、可動テーブルに連結される可動子33及びこの可動子33に巻き付けられたコイル34が設けられている。コイル34は鉄芯32を包囲するように巻かれている。可動子33には、可動テーブルに固定される固定部33a及びこの固定部33aとコイル34が巻き付けられた部分とを連結する連結部33bが設けられている。なお、コイル34の横方向の長さは可動テーブルの可動範囲と同程度又はそれ以上であり、可動

子 3 3 及びコイル 3 4 はその駆動方向と直交する方向で拘束されることなく移動可能である。また、ヨーク部 3 1 の内部の上面には、N 極が下方を向く磁石 3 5 が取り付けられている。更に、ヨーク部 3 1 の内部の底面には、S 極が上方を向く磁石 3 6 が磁石 3 5 と対向する位置に取り付けられている。このようにして、VCM にコイル 3 4 の内部及び周囲に磁界を形成する磁気回路が形成されている。

【0068】

このように構成された VCM においては、図 1 5 (b) に矢印で示すような磁界が形成され、図 1 5 (b) に示す方向の電流がコイル 3 4 に流れた場合、図中の右方向に可動子 3 3 が移動する。

【0069】

また、リニアモータは、VCM に限定されるものではなく、例えば、AC リニアモータを使用しても本発明による効果が得られる。

【0070】

更に、前述の実施例においては、案内部材を使用して機械的に可動テーブルを案内しているが、可動部の重心を駆動する構成とすれば、空気軸受けを使用してもよい。

【0071】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、可動部がリニアモータによって駆動される際にリニアモータからの力が可動部の重心に作用するので、可動テーブルの位置がその駆動方向に直交する方向にずれても、常に重心を駆動することができる。このため、可動テーブルを高速移動しても、モーメント力はほとんど発生せず、高速移動による振動を防止することができる。また、ヨーイング方向の振動を抑制することができるので、制御可能な周波数帯域を広げ、制御性を向上させることができる。

【0072】

更に、可動部を案内するために従来のものよりも剛性が低い案内部材を使用しても、安定した動作が可能であるため、XY ステージ自体を軽量化・小型化する

ことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施例に係るワイヤボンダステージの構造を示す模式図である。

【図 2】

図 1 に示すワイヤボンダステージ上にボンディングヘッドが取り付けられた状態を示す模式図である。

【図 3】

X 軸 VCM 6 の構造を示す図であって、(a) は平面図、(b) は (a) の A-A 線による断面図である。

【図 4】

ボンディングヘッド 10 を Y 軸方向に移動させたときの可動部の重心 G の位置の変化を示す図であって、(a) は移動前の位置を示す模式図、(b) は移動後の位置を示す模式図である。

【図 5】

(a) は従来のように X 軸可動子が X 軸テーブルに連結されているモデルを示す模式図、(b) は本発明の実施例のように X 軸可動子が可動テーブルに連結されているモデルを示す模式図である。

【図 6】

中段部 22 の質量 m が部材 21 の総質量 M と等しいときの周波数特性を示す図であって、(a) は利得と周波数との関係を示すグラフ図、(b) は位相と周波数との関係を示すグラフ図である。

【図 7】

中段部 22 の質量 m が部材 21 の総質量 M より小さいときの周波数特性を示す図であって、(a) は利得と周波数との関係を示すグラフ図、(b) は位相と周波数との関係を示すグラフ図である。

【図 8】

(a) 及び (b) は図 6 (a) 及び (b) に対する閉ループ特性を示すグラフ図である。

【図 9】

(a) 及び (b) は図 7 (a) 及び (b) に対する閉ループ特性を示すグラフ図である。

【図 10】

従来のワイヤボンダステージにおける周波数特性を示す図であって、(a) は利得と周波数との関係を示すグラフ図、(b) は位相と周波数との関係を示すグラフ図である。

【図 11】

本発明の実施例に係るワイヤボンダステージにおける周波数特性を示す図であって、(a) は利得と周波数との関係を示すグラフ図、(b) は位相と周波数との関係を示すグラフ図である。

【図 12】

(a) 及び (b) は図 10 (a) 及び (b) に対する閉ループ特性を示すグラフ図である。

【図 13】

(a) 及び (b) は図 11 (a) 及び (b) に対する閉ループ特性を示すグラフ図である。

【図 14】

一次元センサの位置検出器の位置による検出量の変化を説明するための模式図である。

【図 15】

他の VCM の構造を示す図であって、(a) は平面図、(b) は (a) の B-B 線による断面図である。

【図 16】

従来のワイヤボンダステージの構造を示す模式図である。

【図 17】

図 5 に示す従来のワイヤボンダステージ上にボンディングヘッドが取り付けられた状態を示す模式図である。

【図 18】

ボンディングヘッド 1 1 0 を Y 軸方向に移動させたときの可動部の重心 g の位置の変化を示す図であって、(a) は移動前の位置を示す模式図、(b) は移動後の位置を示す模式図である。

【符号の説明】

- 1、1 0 1 ; ベース
- 2、1 0 2 ; X 軸ガイド
- 3、1 0 3 ; X 軸テーブル
- 4、1 0 4 ; Y 軸ガイド
- 5、1 0 5 ; 可動テーブル
- 6、1 0 6 ; X 軸 VCM
- 6 a、1 0 6 a ; X 軸可動子
- 6 b、1 0 6 b ; X 軸コイル
- 6 c、1 0 6 c ; ヨーク部
- 6 d、6 e、6 f、6 g ; 磁石
- 7、1 0 7 ; Y 軸 VCM
- 7 a、1 0 7 a ; Y 軸可動子
- 7 b、1 0 7 b ; Y 軸コイル
- 7 c、1 0 7 c ; 磁気回路
- 8、1 0 8 ; 上段部
- 9、1 0 9 ; 中段部
- 1 0、1 1 0 ; ボンディングヘッド
- 2 1 ; 部材
- 2 2 ; 中段部
- 2 3 ; ベース
- 3 1 ; ヨーク部
- 3 2、1 0 6 d ; 鉄芯
- 3 3 ; 可動子
- 3 3 a ; 固定部
- 3 3 b ; 連結部

3 4 ; コイル

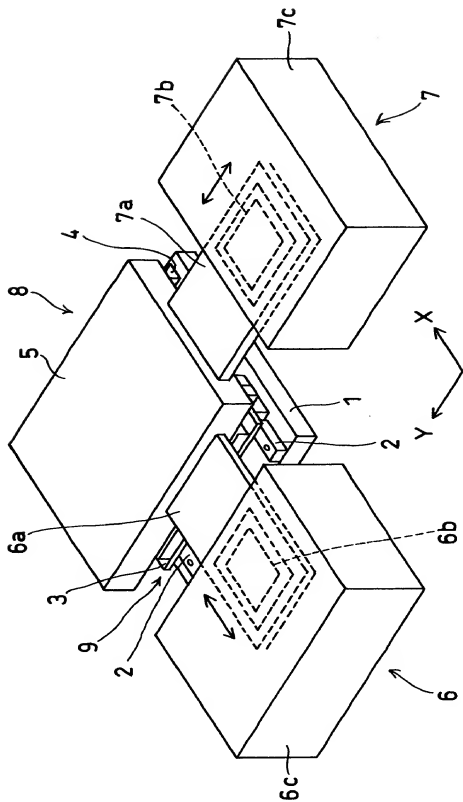
3 5、3 6 ; 磁石

G、 g ; 重心

【書類名】

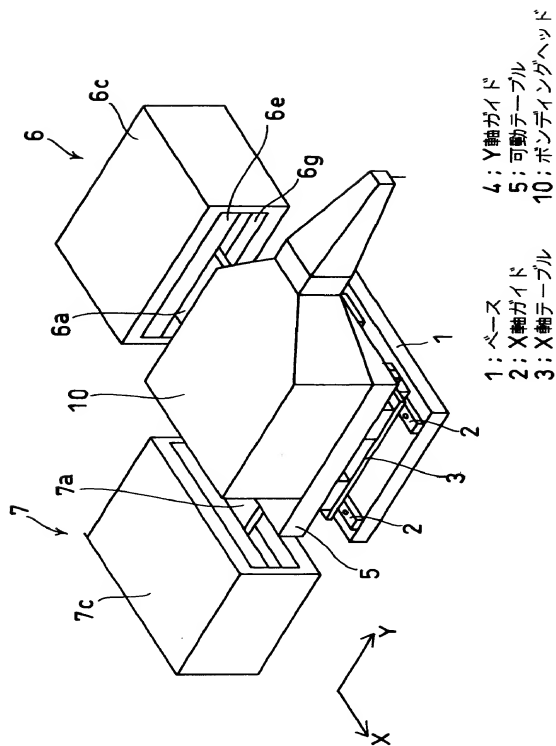
図面

【図 1】

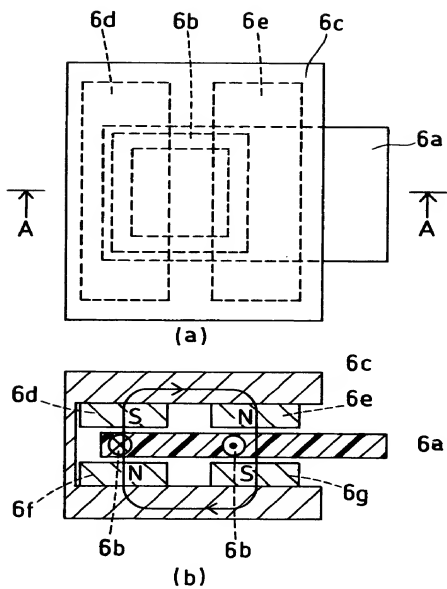


6: X軸VCM
6a: X軸可動子
7: Y軸VCM
7a: Y軸可動子

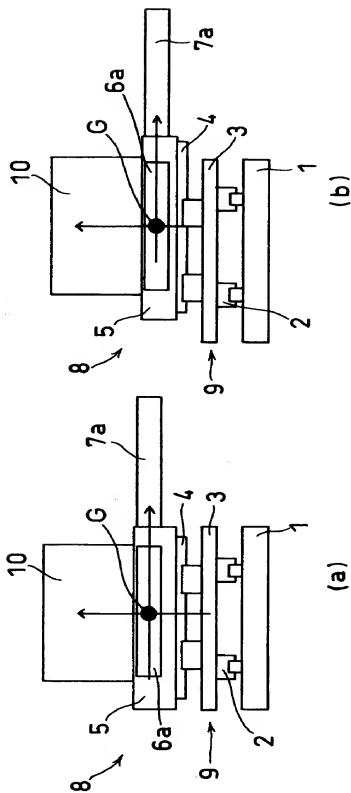
【図 2】



【図 3】

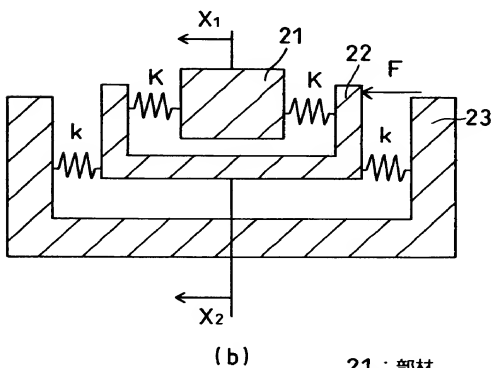
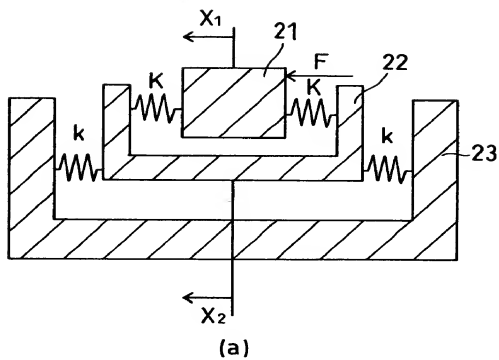


【図 4】



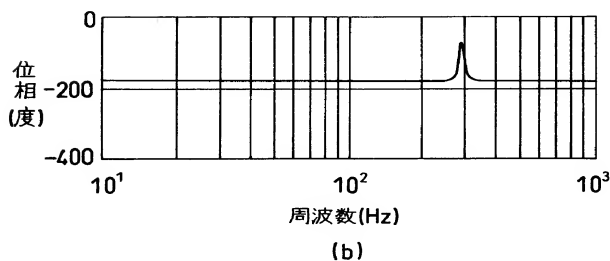
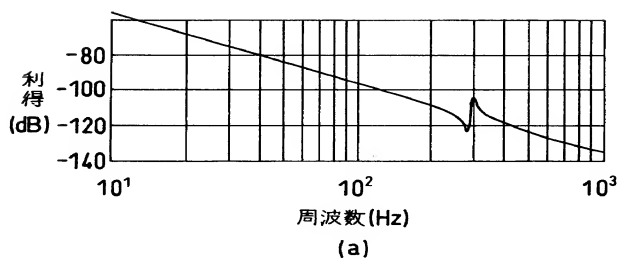
G : 重心

【図 5】

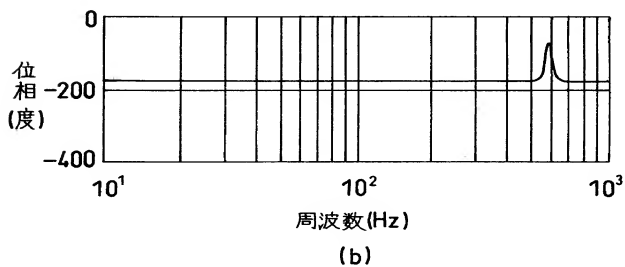
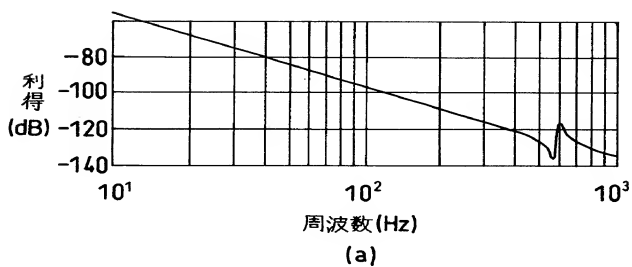


21 ; 部材
22 ; 中段部
23 ; ベース

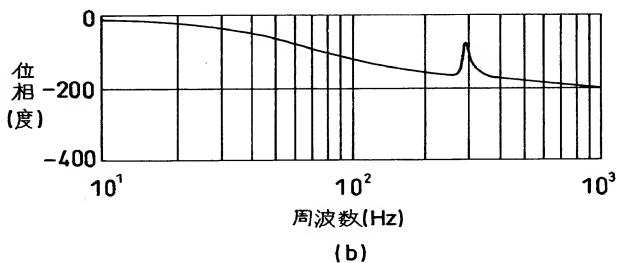
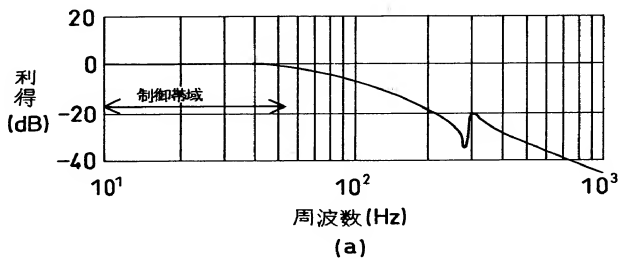
【図 6】



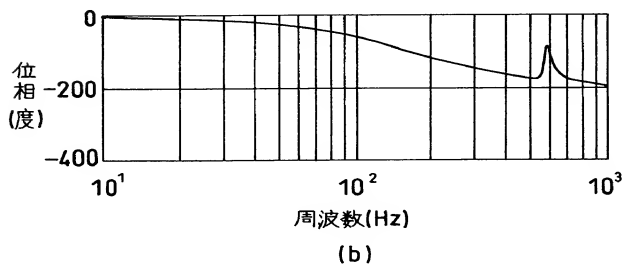
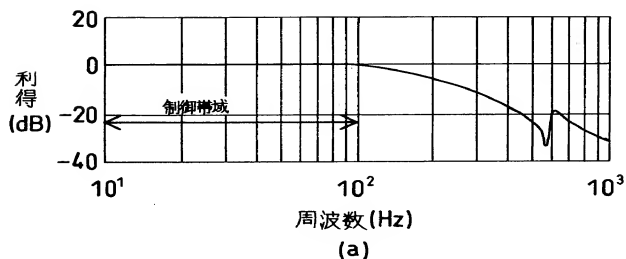
【図 7】



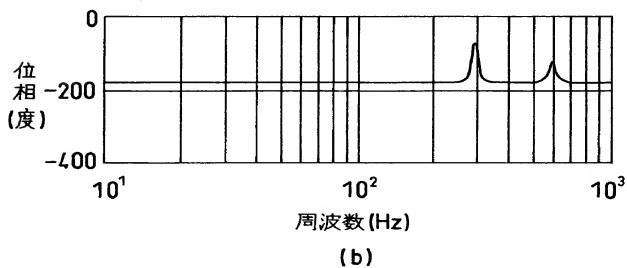
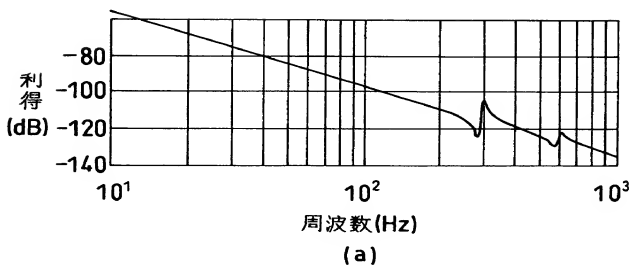
【図 8】



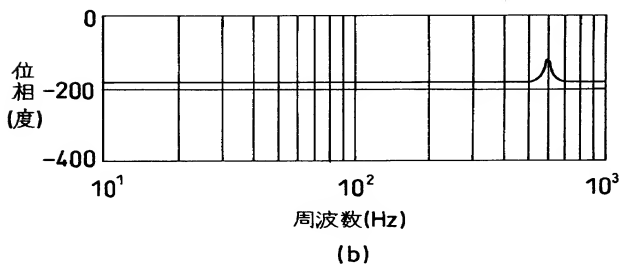
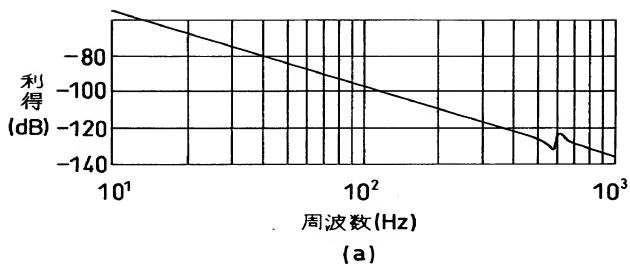
【图 9】



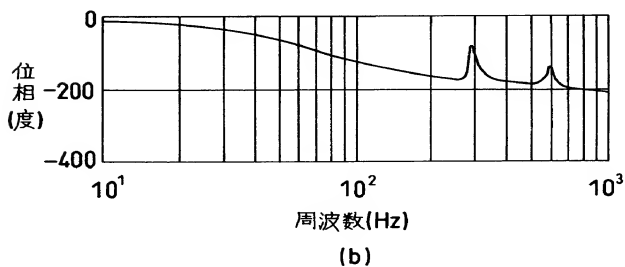
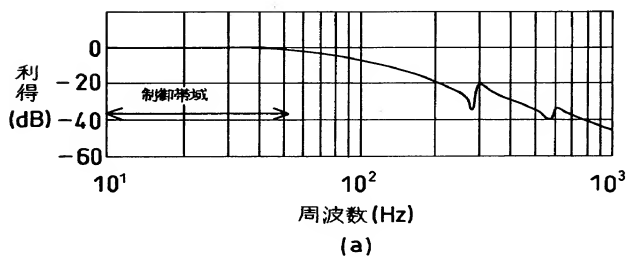
【図 1 0】



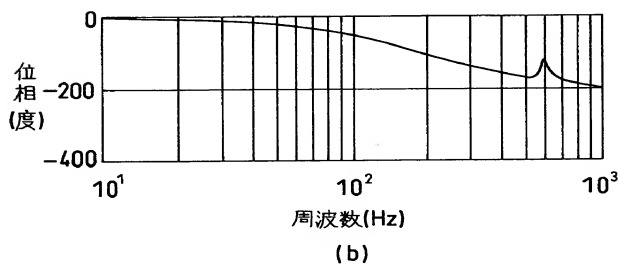
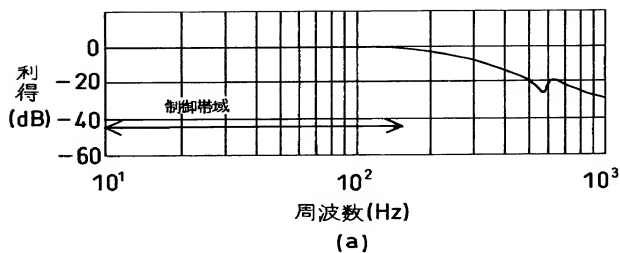
【図 1 1】



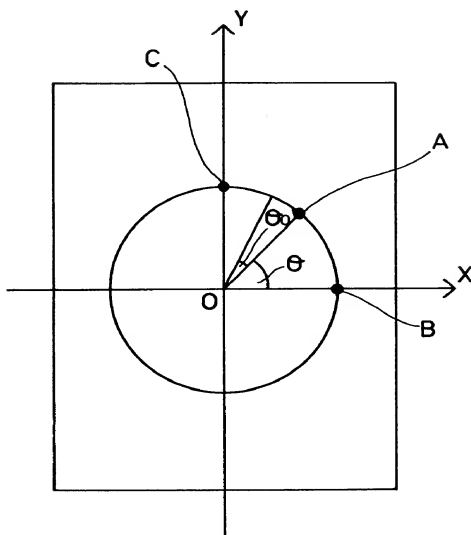
【图 1 2】



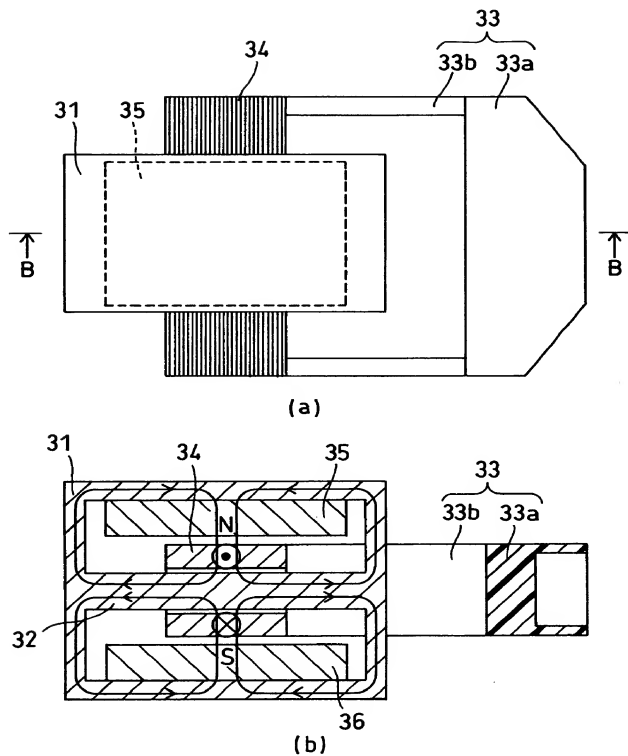
【图 1 3】



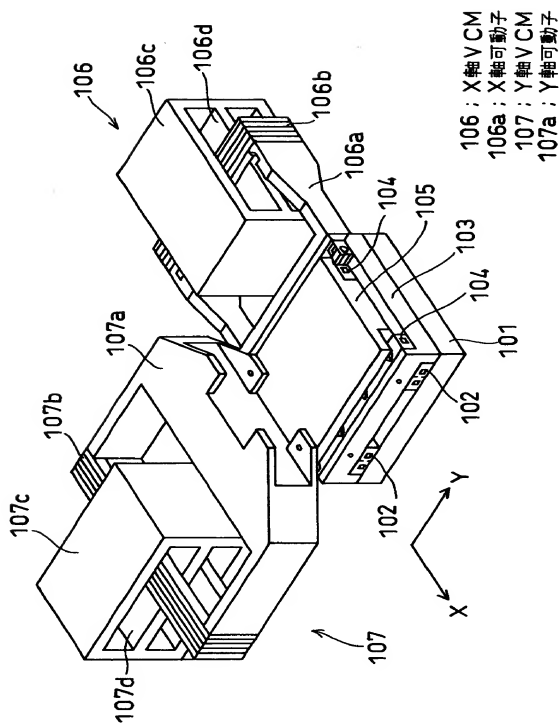
【図 1 4】



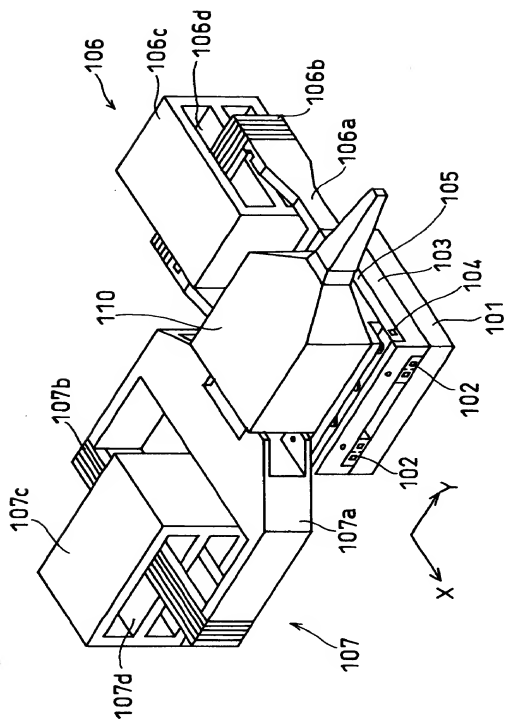
【図 1 5】



【圖 1 6】



【図 1 7】



110 : ボンディングヘッド

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 可動部が高速移動した後の振動を十分に抑制することができ、容易にその移動を制御することができるXYステージを提供する。

【解決手段】 可動テーブル5のX軸方向の側方にX軸VCM6が配置され、可動テーブル5のY軸方向の側方には、Y軸VCM7が配置されている。ている。X軸VCM6には、土台に固定され可動テーブル5側に開口部を有するヨーク部6cが設けられている。そして、可動テーブル5の側面に連結されたX軸可動子6a及びこのX軸可動子6aに巻き付けられたコイル6bがヨーク部6c内にその開口部から挿入されている。開口部の大きさは可動テーブル5のY軸方向における可動範囲と同程度又はそれ以上であり、可動子6a及びコイル6bはY軸方向で拘束されることなく移動可能である。Y軸VCM7は、X軸VCM6と同様の構成を有する。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	平成11年 特許願 第256689号
受付番号	59900882532
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成11年 9月16日

<認定情報・付加情報>

【提出日】

平成11年 9月10日

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 3 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号

氏 名

日本電気株式会社